

某钢厂 450 名放射工作人员职业健康检查结果分析

侯建武¹, 张有忠¹, 毛雪松², 侯殿俊², 马娅²

1. 德州市卫生综合执法支队, 山东 德州 253000; 2. 山东第一医科大学(山东省医学科学院)预防医学科学学院
(放射医学研究所), 山东 济南 250062

摘要: **目的** 了解某钢厂 450 名放射工作人员离岗时的职业健康状况, 为企业职工的职业健康监护工作以及离岗后的妥善安置提供参考依据及建议。**方法** 根据相关的法律法规要求对拟离岗的 450 名钢厂员工进行职业健康检查, 对职业健康检查结果进行统计学分析。**结果** 450 名放射作业人员的异常检出率为 82%。异常检出项目包括: 外周血淋巴细胞染色体畸变(4.89%)、眼晶体混浊(44.44%)、睑裂斑(25.33%)、高血压(28.22%)、甲状腺功能异常(9.59%)、肝脏 B 超(30.89%)、外周血淋巴细胞染色体畸变率和眼部疾病发病率显著高于一般人群。**结论** 应做好钢厂放射工作人员的职业健康管理, 定期开展职业健康防护知识培训。工人在工作中应注意辐射防护, 防止辐射损伤, 并特别注意做好眼部防护工作, 防止眼部疾病发生。

关键词: 放射工作人员; 职业健康检查; 染色体畸变

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2023)01-0030-05

An analysis of occupational health examination results of 450 radiation workers in a steel mill

HOU Jianwu¹, ZHANG Youzhong¹, MAO Xuesong², HOU Dianjun², MA Ya²

1. Dezhou Health Comprehensive Law enforcement Detachment, Dezhou 253000 China; 2. College of Preventive Medical Sciences (Institute of Radiation Medicine), Shandong First Medical University
(Shandong Academy of Medical Sciences), Jinan 250062 China

Abstract: **Objective** To investigate the occupational health status of 450 radiation workers in a steel mill when they resigned, and to provide references and suggestions for the occupational health monitoring of the enterprise employees and for the workers' proper arrangement after their resignations. **Methods** Occupational health examinations were performed on 450 steel workers who were about to resign in accordance with the applicable laws and regulations. And the examination results were statistically analyzed. **Results** Among the 450 radiation workers, 82% had abnormal examination results which included chromosome aberration in peripheral blood lymphocytes (4.89%), lens opacity (44.44%), pinguecula (25.33%), hypertension (28.22%), thyroid dysfunction (9.59%), and abnormal liver ultrasound findings (30.89%). Compared with the normal population, these steel workers had a significantly higher chromosome aberration rate in peripheral blood lymphocytes and a significantly higher incidence rate of ocular disorders. **Conclusion** It is important to effectively manage the occupational health of radiation employees in steel mills, and to regularly provide training on occupational health protection. To avoid radiation damage, workers should pay close attention to radiation protection at work, especially eye protection, to avoid eye disorders.

Keywords: Radiation employees; Occupational health examination; Chromosome aberration

Corresponding author: MA Ya, Email: maya347@163.com

为了解某大型钢铁厂的放射工作人员离岗时的健康状况, 为企业职工的职业健康监护工作以及离岗后的妥善安置提供参考依据及建议, 依照相关的法律法规标准, 对某钢铁厂不同年龄段的 450 名放射工作

人员进行了职业健康检查, 现将检查结果分析如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 某钢厂拟离岗的放射工作人员共

基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划项目 (202012070680)

作者简介: 侯建武 (1965—), 男, 河南南乐人, 副主任医师, 从事职业卫生工作, E-mail: dzwsjdjhjw@163.com

通信作者: 马娅, E-mail: maya347@163.com

450 名, 其中年龄最大者 59 岁, 最小 21 岁, 平均年龄 41.4 岁, 中位年龄 43 岁; 放射工龄最长 39 年, 最短 1 年, 平均工龄 13.1 年; 男性 360 人, 女性 90 人。

1.2 研究方法 按照《放射工作人员职业健康管理方法》^[1] 及《放射工作人员健康要求及监护规范》^[2] 等相关法律法规要求对钢厂的 450 名拟离岗的放射工作人员进行职业健康检查。职业健康检查的内容和项目主要包括: 一般检查(内科、皮肤科); 眼科检查; 心电图; 腹部 B 超; 实验室检查(血常规、肝功能、肾功能、外周血淋巴细胞染色体畸变率及甲状腺功能)。外周血淋巴细胞染色体畸变分析按照国家标准《放射工作人员职业健康检查外周血淋巴细胞染色体畸变检测与评价》(GBZ/T 248—2014)^[3] 进行, 抽取 450 名放射工作人员的外周静脉血, 1 640 培养基培养 52 h 后收获制片获得染色体中期分裂相, 每名工人分

析 100 个中期分裂相, 发现 1 个双丝粒染色体则记为异常, 每个双着丝粒染色体均经过 2 名以上专业人员进行确认。眼科检查项目主要包括裂隙灯下检查眼结膜、角膜、虹膜、和晶状体检查, 记录眼晶状体混浊的部位和程度。

1.3 统计学分析 各项检查结果导入 Excel 表进行分析, 采用 SPSS 26.0 统计学软件进行分析, 采用 χ^2 检验对各指标的异常率进行比较, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 主要异常检出结果 450 名受检者中, 检出异常结果的人员共 369 人, 异常检出率高达 82%。眼科异常检出率较高, 眼晶状体混浊检出率达 44.44%, 外周血淋巴细胞染色体畸变异常检出率为 4.89%, 主要异常结果见表 1。

表 1 某钢厂 450 名放射工作人员职业健康检查异常结果汇总表

Table 1 Summary of abnormal occupational health examination results of 450 radiation workers in a steel mill

项目	异常人数	异常率(%)	主要异常表现	高发年龄/岁	高发工龄/a
染色体畸变	22	4.89	双着丝粒染色体畸变率 $\geq 1\%$	41~53	10~15
外周血象	32	7.11	白细胞计数低于 $4 \times 10^9/L$, 血小板低于 $100 \times 10^9/L$, 血红蛋白低于 $110 g/L$ (女)或 $120 g/L$		
高血压	127	28.22	收缩压高于 $140 mmHg$ 或者舒张压高于 $90 mmHg$	40~50	10~15
心电图	14	3.11	窦性心动过缓、左室高血压等		
肝脏B超	139	30.89	脂肪肝、肝囊肿、肝血管瘤等		
胆囊B超	44	9.78	胆囊息肉、胆囊结石、胆囊炎		
肾脏B超	14	3.11	肾结石、肾囊肿		
肝、肾功能异常	22	4.89	转氨酶升高、高尿酸		
甲状腺功能异常	43	9.56	FT3、FT4、TSH 3项检查结果至少有1项结果异常, 绝大多数无临床表现		
眼晶状体混浊	200	44.44	主要表现为眼晶状体密度增高, 皮质点状混浊	>40	
睑裂斑	114	25.33	睑裂部接近角膜缘处的球结膜出现三角形隆起的斑块	>40	
翼状胬肉	14	3.11	从结膜向角膜表面过度生长的羽翼状纤维血管样组织	>40	

2.2 外周血淋巴细胞染色体畸变分析 450 名离岗放射工作人员中, 染色体畸变率高于正常者为 22 人, 异常率为 4.89%, 其中女性 3 名(3.33%), 男性 19 名(5.28%), 男性的异常率略高于女性。从表中可以看出, 年龄 > 50 岁的放射工作人员外周血淋巴细胞染色体畸变异常率要高于其他 3 组, 11~工龄组的放射工作人员染色体畸变异常率高于其他几组。对不同年龄组和不同工龄组的异常率之间进行 χ^2 检验, 结果显示各组的异常率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 血常规检查结果 450 名离岗工人中, 血常规各项指标异常者仅 32 人, 其中白细胞计数低于正常者仅 4 人, 血红蛋白减少者 7 人。我国健康人群白细胞低于 $4.0 \times 10^9/L$ 者约为 2%~3%^[4], 钢厂工人的白细胞计数异常率并不高于正常人群。

2.4 眼科检查结果 检出 200 人眼晶状体混浊, 占比 44.44%, 主要异常表现为眼晶状体密度增高, 皮质点状混浊, 眼晶状体核混浊呈棕黄色, 混浊部位主要集中在眼晶状体周围的皮质以及核混浊, 鲜见典型后极部后囊下混浊, 其中男性为 160 人, 女性 40 人, 眼

表 2 放射人员职业健康检查结果的比较

Table 2 Comparison of occupational health examination results of radiation workers

变量	检测人数	染色体 ^①	眼晶状体混浊 ^①	睑裂斑 ^①	高血压 ^①
年龄					
≤ 30	73	3	1	0	8
31~	99	4	15	11	19
41~	204	9	123	64	70
> 50	63	6	58	36	27
χ^2 值		2.873	266.429	82.851	26.261
P值		0.397	<0.01	<0.01	<0.01
工龄					
≤ 10	135	5	41	22	25
11~	143	10	72	41	53
21~	31	1	19	7	12
> 30	7	0	7	2	3
χ^2 值		1.567	24.302	6.448	14.288
P值		0.671	<0.01	0.078	0.002

注: ①异常人数。

晶状体混浊发生率无性别差异, 男性、女性的眼晶状体混浊发生率均为 44.44%。各年龄组之间差异比较大, 年龄 ≤ 30 的人群中仅 1 人眼晶状体混浊, 41~ 年龄组眼晶状体混浊率为 60.29%, 50 岁以上的眼晶状体混浊率为 92.06%, 眼晶状体混浊发生率与年龄显著相关, 见表 2。检出睑裂斑 114 人, 睑裂斑的发病率随着年龄的增长而增高, 不同工龄组之间发病率差异无统计学意义($P>0.05$); 翼状胬肉 14 人。睑裂斑的高发年龄均为 40 岁以上人群。见表 2。

2.5 一般性疾病 检出血压高于正常范围者 127 人 (28.22%), 男性 109, 女性 18 人, 男性发病率略高于女性, 为 30.28%, 高血压发病率随着年龄的增长而增高, 50 岁以上工作人员高血压发病率为 42.86%; 心电图异常 14 人, 主要是窦性心动过缓, 左室高电压。B 超检查检出肝脏回声异常人员 139 人, 其中脂肪肝 108 人, 其他主要疾病为肝囊肿、肝血管瘤、肝钙化灶等; 检出胆囊异常人员 44 人, 主要为胆囊息肉、胆囊结石、胆囊炎; 肾脏异常人员为 14 人, 主要是肾囊肿、肾结石。检出肝肾功能异常人员 22 人, 主要为转氨酶升高和尿酸高于正常。甲状腺功能异常 43 人, 其中绝大多数人员无临床表现, 仅为亚临床改变。高血压发病情况统计详见表 2。

3 讨论

正常健康人的双着丝粒染色体(DIC)的自发畸变率仅为 1/2 000~1/1 000^[5], 是电离辐射诱导的特异性标志, 是判断辐射损伤最好的指标, DIC 对于评价放射工作人员辐射损伤十分敏感, 也被广泛应用于核辐射事故后的个人辐射剂量估算^[6]。既往的观察结果显示介入放射工作人员的外周血淋巴细胞双着丝粒染色体率为 0.06%~0.1%, 放射诊断工作人员为 0.02%~0.03%, 介入放射工作人员染色体异常检出率为 9.82%, 放射诊断工种的异常检出率为 0.8%~1.61%^[7-10]。本研究结果显示钢厂工人的双着丝粒染色体率为 0.05%, 染色体的异常检出率为 4.89%, 略低于介入放射工作人员, 远高于放射诊断工作人员。钢厂的生产过程中, 会用到料位计、测厚仪、钢水液位计、分析仪等各类射线装置, 电离辐射是钢铁厂的职业病危害因素之一, 钢厂工人在接触放射线的时候还接触噪声、强光、高温、粉尘等职业病危害因素, 而高温、粉尘等物理因素与电离辐射同时作用于人体会产生放射性复合效应, 且工人的工作环境恶劣, 工人长期处于高温、过劳等状态中, 各种不利因素的协同作用导致机体对电离辐射的损伤效应增加, 从而导致工人的染色体异常检出率较高。

眼晶状体被认为是对电离辐射最敏感的人体组织之一^[11], 流行病学调查表明电离辐射对眼晶状体会造成损伤, 出现混浊^[12], 此次离岗检查检出眼晶状体混浊 200 人, 混浊率高达 44.44%, 男女性别之间发病率无差异, 主要混浊特征为眼晶状体密度高、眼晶状体皮质点状混浊, 未发现后极部后囊下混浊点、空泡、彩虹点等放射性白内障的特征性混浊。核辐射会增加患白内障的概率, 尤其是皮质型白内障和后囊下型白内障通常与受到的电离辐射呈正相关, 而核型白内障与年龄呈正相关^[13]。对切尔诺贝利核电站的清洁工人的随访调查发现后囊下型白内障和皮质型白内障有 25%^[14]。有调查显示 50 岁以上人群的白内障患病率为 25.43%^[15], 而此次调查发现 50 岁以上的工人眼晶状体混浊发病率高达 92.06%, 远远超过了正常人群的发病率。既往的文献报道^[16-17]中工人睑裂斑的发生率为 11.6%~30.1%, 本研究的检出率为 25.3%。睑裂斑是一种黄白色、无定形样沉积的结膜变性性损害, 睑裂斑的形成与紫外线、风尘、烟尘、热和光化学性暴露相关, 过度刺激会造成眼睑裂斑的发病率增加, 钢厂工人的工作环境中电离辐射、高温、

粉尘、强光等多种职业病危害因素混杂作用,导致钢厂工人的眼部疾病发病率异常增高。

检查发现血压高于正常范围的人员共 127 人,占比 28.22%,略高于 2015 年调查的全国成年人高血压患病率水平(25.2%)^[18]。有研究者分析表明高温和职业噪声都是高血压独立的危险因素^[19],超负荷的持续性职业紧张,可刺激神经及内分泌系统,导致免疫力下降、消化系统被破坏、内分泌系统紊乱等情况发生,增加代谢综合征的风险^[20],钢厂工人长期倒班,并长期处于高温、噪声、强光、粉尘等环境中,这些因素会增加职业紧张水平,增加高血压的发生率。

综上,钢厂工人暴露在高温、强光、粉尘、电离辐射等职业病危害因素下,工作环境较医疗机构的放射工作人员恶劣,各种职业病危害因素协同作用使工人长期处于职业紧张、过劳、过热等状态,机体对电离辐射的敏感性增高,外周血淋巴细胞染色体畸变率比一般放射工作人员高,眼部疾病发病率异常增高。因此,钢厂一方面要积极改善工人的工作环境、辐射防护环境和设施,另一方面更要加强工人的职业健康管理及培训工作,减少职业性放射性疾病的发生,同时要注意眼部防护,减少眼部疾病发生。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

作者贡献声明 侯建武负责实施研究过程,分析数据,起草论文;张有忠负责确定研究对象,收集数据;毛雪松负责收集数据、实验分析;侯殿俊负责实验室检验;马娅负责设计论文框架,设计研究思路,修订和审核论文

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部.放射工作人员职业健康管理暂行办法(卫生部令第55号)[Z].北京:中华人民共和国卫生部,2007.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Occupational health management measures for radiation workers (Decree 55)[Z].Beijing: Ministry of Health of the People's Republic of China, 2007.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.GBZ 98—2020 放射工作人员健康要求及监护规范[S].北京:中国标准出版社,2020.
National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 98 —2020 Health requirements and surveillance specifications for radiation worker[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.GBZ/T 248—2014 放射工作人员职业健康检查外周血淋巴细胞染色体畸变检测与评价[S].北京:中国标准出版社,2014.
State Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. GBZ/T 248 —2014 Test and assessment of chromosomal aberrations on occupational health examinations for radiation workers[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [4] 韩珍,林日文,朱惠慧.惠州市职业病防治院5096名健康体检者血常规检查结果分析[J].齐齐哈尔医学院学报,2019,40(3):344-345. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2019.03.034.
Han Z, Lin RW, Zhu HH. Analysis of blood routine examination results of 5096 patients in Huizhou Occupational Disease Prevention Hospital[J]. J Qiqihar Univ Med, 2019, 40(3): 344-345. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2019.03.034.
- [5] Ainsbury EA, Bakhanova E, Barquinero JF, et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionising radiation exposures[J]. Radiat Prot Dosim, 2011, 147(4): 573-592. DOI: 10.1093/rpd/ncq499.
- [6] 白玉书,陈德清.人类辐射细胞遗传学[M].北京:人民卫生出版社,2006.
Bai YS, Chen DQ. Human radiation cytogenetics[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.
- [7] 高宇,王平,韩林,等.放射工作人员染色体畸变研究现状[J].中华放射医学与防护杂志,2018,38(8):635-640. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.08.015.
Gao Y, Wang P, Han L, et al. The current research status on chromosomal aberrations of radiation workers[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38(8): 635-640. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.08.015.
- [8] 那向杰,付丽丽,单铁梅,等.介入放射工作人员染色体畸变和微核观察[J].中国辐射卫生,2020,29(1):13-16. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2020.01.003.
Na XJ, Fu LL, Shan TM, et al. Observation of chromosome aberration and micronucleus in interventional radiology workers[J]. Chin J Radiol Health, 2020, 29(1): 13-16. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2020.01.003.
- [9] 单铁梅,王丽东,田欣鑫.放射工作者淋巴细胞微核、染色体及血象分析[J].医学信息,2022,35(1):126-129. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2022.01.030.
Shan TM, Wang LD, Tian XX. Analysis of micronucleus, chromosome and hemogram of lymphocytes in radiation workers[J]. J Med Inf, 2022, 35(1): 126-129. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2022.01.030.
- [10] 陈燕玲,吴苹,范璟,等.成都市1862名放射工作人员体检结果分析[J].工业卫生与职业病,2022,48(1):62-64. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2022.01.016.
Chen YL, Wu P, Fan J, et al. Analysis of occupational health examination results of 1862 radiation workers in Chengdu[J]. Ind Health Occup Dis, 2022, 48(1): 62-64. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2022.01.016.
- [11] Ainsbury EA, Bouffler SD, Dörr W, et al. Radiation cataractogenesis: a review of recent studies[J]. Radiat Res, 2009, 172(1): 1-9. DOI: 10.1667/RR1688.1.

- [12] 姜晶, 孔婷, 黄波, 等. 低剂量电离辐射对放射工作人员眼晶状体影响的Meta分析题录[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2013, 33 (6) : 640-644. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.06.019](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.06.019).
Jiang J, Kong T, Huang B, et al. Effect of low-dose radiation on ocular lens of radiation workers: Meta-analysis[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2013, 33 (6) : 640-644. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.06.019](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.06.019).
- [13] 邓志强, 张谈贵, 谢伟民, 等. 高传能线密度辐射对人眼晶状体的危害[J]. *中国辐射卫生*, 2021, 30 (1) : 103-109. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.023](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.023).
Deng ZQ, Zhang TG, Xie WM, et al. Harm of high LET radiation to the lens of the human eye[J]. *Chin J Radiol Health*, 2021, 30 (1) : 103-109. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.023](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.023).
- [14] Worgul BV, Kundiyeve YI, Sergiyenko NM, et al. Cataracts among Chernobyl clean-up workers: implications regarding permissible eye exposures[J]. *Radiat Res*, 2007, 167 (2) : 233-243. DOI: [10.1667/rr0298.1](https://doi.org/10.1667/rr0298.1).
- [15] 栾兰, 姚勇, 傅东红, 等. 无锡市50岁及以上人群白内障患病率和手术情况调查[J]. *中华实验眼科杂志*, 2014, 32 (6) : 551-555. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.06.015](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.06.015).
Luan L, Yao Y, Fu DH, et al. Survey of the cataract prevalence and surgical coverage rate among 50 or above in Wuxi City[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2014, 32 (6) : 551-555. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.06.015](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.06.015).
- [16] Joseph CE, Eberechukwu OA, Sebastian NN, et al. Prevalence and pattern of ocular disorders seen among artisans in Owerri, Imo State[J]. *Int J Ophthalmol*, 2017, 17 (11) : 2010-2014. DOI: [10.3980/j.issn.1672-5123.2017.11.05](https://doi.org/10.3980/j.issn.1672-5123.2017.11.05).
- [17] 陈威, 毛文文. 粉尘作业工人眼病发病情况调查[J]. *海峡预防医学杂志*, 2018, 24 (6) : 65-67.
Chen W, Mao WW. Investigation on the incidence of eye disease among dust-working workers[J]. *Strait J Prev Med*, 2018, 24 (6) : 65-67.
- [18] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告(2015年)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
The Disease Control and Prevention Bureau of the National Health and Family Planning Commission. Report on nutrition and chronic diseases of Chinese residents (2015)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- [19] 徐紫菡, 戴冬梅, 高娇娇, 等. 职业噪声和高温对心血管系统的影响[J]. *中华疾病控制杂志*, 2020, 24 (7) : 773-778. DOI: [10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.07.006](https://doi.org/10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.07.006).
Xu ZH, Dai DM, Gao JJ, et al. The interactive effects of occupational noise exposure and high temperature on cardiovascular system[J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2020, 24 (7) : 773-778. DOI: [10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.07.006](https://doi.org/10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.07.006).
- [20] 刘瑞祥, 赵慧, 云翔, 等. 职业紧张与男性钢铁工人代谢综合征及各组分的关系研究[J]. *工业卫生与职业病*, 2021, 47 (3) : 200-205. DOI: [10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.03.007](https://doi.org/10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.03.007).
Liu RX, Zhao H, Yun X, et al. Relationship between occupational stress and metabolic syndrome and its components of male steel workers[J]. *Ind Health Occup Dis*, 2021, 47 (3) : 200-205. DOI: [10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.03.007](https://doi.org/10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2021.03.007).

(收稿日期:2022-06-18)